

Голові спеціалізованої вченої ради
Д 35.874.01 у Львівському державному
університеті безпеки життєдіяльності
Державної служби України з надзвичайних
ситуацій,
доктору технічних наук, професору
КОВАЛИШИНУ Василю Васильовичу 79007, м.
Львів, вул. Клепарівська, 35

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

Здобувач: **ПРИСЯЖНЮК Віталій В'ячеславович**

Тема дисертаційної роботи:

**«Підвищення ефективності гасіння пожеж з
використанням переносного засобу димо- та
тепловидалення»**

Дисертація на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Спеціальність: 21.06.02 - пожежна безпека

Офіційний опонент: кандидат технічних наук, доцент

ЛУЩ Василь Іванович

Дисертаційна робота ПРИСЯЖНЮКА Віталія В'ячеславовича «Підвищення ефективності гасіння пожеж з використанням переносного засобу димо- та тепловидалення» складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації складає 198 сторінок, із них 122 сторінки основного тексту. Робота містить 64 рисунки 14 таблиць та 5 додатків. Список використаних джерел становить 144 посилання. Загальний обсяг автореферату - 25 сторінок.

1. Актуальність теми дослідження.

Дисертацію ПРИСЯЖНЮКА Віталія В'ячеславовича присвячено вирішенню актуального науково-прикладного завдання - розкриттю залежностей продуктивності переносних засобів димо- та тепловидалення від теплофізичних параметрів димогазових середовищ та відповідно особливостей конструкційних параметрів їх елементів для підвищення ефективності димо- та тепловидалення на пожежах за допомогою таких засобів.

Як видно зі статистичних даних про аналізу пожеж за останні п'ять років, що кожного року близько 40 % пожеж у будівлях та спорудах супроводжувались сильним задимленням. Тактична вентеляція направлена для зменшення задимленості під час пожежі та відповідно зниження впливу небезпечних чинників пожежі на особовий склад пожежно-рятувальних підрозділів за допомогою переносних засобів димо- та тепловидалення.

Найбільш ефективним способом димо- та тепловидалення на пожежі є використання переносних засобів з функцією нагнітання повітря у задимлену або загазовану зону. Важливим показником для переносних пристроїв є збільшення, так званої тактичної продуктивності, тобто показника витрати повітря з одиниці маси засобу. Основним його параметром є продуктивність нагнітання повітря 11 000...24 000 м³/год, але необхідну величину продуктивності переносного засобу димо- та тепловидалення удосконаленням його конструктивних елементів науково не обґрунтовано.

Питаннями проєктування, обґрунтування параметрів засобів димо- та тепловидалення а також дослідженням процесів теплообміну, димоутворення та осадження продуктів горіння і зниження температури в приміщеннях, займалися відомі як вітчизняні, так і зарубіжні вчені. Однак, у цих працях поза увагою залишилися питання щодо обґрунтування технічних параметрів, спрямованих на підвищення ефективності гасіння пожеж з використанням переносних засобів димо- та тепловидалення на практиці.

Це підтверджує необхідність проведення досліджень, спрямованих на розкриття залежностей продуктивності переносних засобів димо- та тепловидалення від теплофізичних параметрів димогазових середовищ та відповідно особливостей конструкційних параметрів їх елементів для підвищення ефективності гасіння пожеж за допомогою таких засобів.

2. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, які сформульовані у дисертації.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, одержаних висновків, рекомендацій і пропозицій, сформульованих у дисертації, підтверджується результатами аналізу літературних джерел; відповідністю методів дослідження поставленим в меті та завданням даної роботи; застосуванням аналітичних методів досліджень; необхідним об'ємом експериментальних досліджень, виконаних з використанням верифікованого обладнання та каліброваних засобів вимірювальної техніки; задовільною збіжністю результатів теоретичних та експериментальних досліджень, а також апробацією та практичним впровадженням результатів роботи.

Здобувачем для досягнення мети та вирішення наукового завдання в ході роботи використано використано комплексний метод досліджень, який включав: аналізування довідкових даних, технічних характеристик, умов застосування, нормативно-технічних документів та патентів, методів їх моделювання, а також способів та прийомів застосування переносних засобів димо- та тепловидалення; експериментальні дослідження з визначення зниження задимленості та температури під час застосування засобу димо- та тепловидалення; метод прямого вимірювання швидкості повітряного потоку; методи математичного моделювання для обґрунтування конструктивних параметрів елементів переносного засобу димо- та тепловидалення, які забезпечують максимальну продуктивність такого засобу; метод аналізування наявності викидів та квазівикидів у результатах досліджень (Граббса); метод планування експерименту (повнофакторний експеримент); методи статистики для оброблення результатів експериментальних досліджень.

3. Новизна, обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які сформульовані у дисертації.

Наукова значимість дисертаційної роботи Присяжнюка В. В. полягає у встановленні умов та закономірностей підвищення продуктивності переносних засобів димо- та тепловидалення залежно від теплофізичних параметрів димогазових середовищ, що є науковим підґрунтям для підвищення ефективності димо- та тепловидалення на пожежах за допомогою таких засобів.

Положення, викладені в дисертаційній роботі, відповідають пунктам 1 і 5

напрямків досліджень паспорту спеціальності 21.06.02 - пожежна безпека.

При цьому здобувачем уперше:

- встановлено, що продуктивність Q досліджуваного переносного засобу димо- та тепловидалення від кута нахилу профіля лопаті β та площі поверхні робочого колеса вентилятора S має вигляд двофакторної регресійної моделі:

$$Q(\beta, S) = -56,17 + 15930 \cdot \beta + 81830 \cdot S - 7840 \cdot \beta^2 - 203000 \cdot S^2 - 33040 \cdot \beta \cdot S;$$

- експериментальним шляхом виявлено і формалізовано у вигляді регресійної поліноміальної залежності зміни динаміки задимленості $\Theta(I)$ та температури $\Theta(T)$ в часі у разі використання удосконаленого переносного засобу димо- та тепловидалення, які мають гасупний вигляд: Θ

$$(I) = 0,337 - 0,0877\tau - 0,00696\tau^2 - 0,00014\tau^3; \Theta(T) = 222,2 + 52,7\tau - 2,6\tau^2 + 0,028\tau^3.$$

При цьому, встановлено, що за однакових умов проведення експериментальних досліджень, щодо зниження концентрації диму та величини температури за певний проміжок часу, у приміщенні з використанням удосконаленого переносного засобу димо- та тепловидалення в 2,2-2,85 рази ефективніше за існуючий засіб.

- обґрунтовано конструкційні параметри елементів переносних засобів димо- та тепловидалення, які забезпечили підвищення максимальної продуктивності, а саме: кут нахилу лопатей вентилятора 0,71 рад, площа поверхні робочого колеса вентилятора 0,143 м².

Удосконалено випробувальну базу для оцінювання основних показників якості переносних засобів димо- та тепловидалення таких, як продуктивність та тривалість димо- та тепловидалення.

Набули подальшого розвитку тактичні прийоми застосування переносних засобів димо- та тепловидалення під час гасіння пожеж у будинках і спорудах, які вперше відображені в розроблених Рекомендаціях щодо застосування переносних засобів димо- та тепловидалення.

Одержані автором наукові результати підтверджують теоретичну значимість та обґрунтованість проведених досліджень.

Наукові результати проведених досліджень мають хороший збіг отриманих теоретичних та експериментальних даних, апробовані в публікаціях автора, обговорювалися й отримали позитивне схвалення на міжнародних і національних

наукових конференціях.

4. Практична цінність результатів дослідження.

Реальна практична цінність отриманих дисертантом результатів досліджень підтверджується актами впровадження, які наведені в додатку до дисертації.

Результати проведених досліджень впроваджені у практичну діяльність компанії ТОВ ПК «ПОЖМАШИНА», головним напрямом якої є проектування та розроблення пожежно-рятувальної техніки і пожежного обладнання для пожежно-рятувальних підрозділів ДСНС України (акт від 11.01.2023), а також науково-випробувального центру ІДУ НД ЦЗ у сфері проведення випробувань продукції протипожежного призначення (акт від 09.02.2023). Результати проведених досліджень також впроваджені у діяльність Департаменту реагування на надзвичайні ситуації ДСНС України (акт від 24.02.2023) та в освітній процес Черкаського інституту пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України за освітньо-професійною програмою «Пожежна безпека» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 26 «Цивільна безпека» спеціальностей 261 «Пожежна безпека» та 263 «Цивільна безпека» під час вивчення дисциплін «Пожежна тактика», «Ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій та гасіння пожеж» та «Протипожежна та аварійно-рятувальна техніка» (акт від 27.04.2023).

За результатами роботи розроблено рекомендації щодо застосування переносних засобів димо- та тепловидалення, які погоджені листом Департаменту реагування на надзвичайні ситуації ДСНС України від 20.08.2019 № 17 -754/172 та надіслані листом від 18.10.2019 № 93/17-1437 до територіальних підрозділів ДСНС України в областях та в м. Києві для застосування у практичній діяльності.

5. Оцінка ідентичності змісту автореферату та основних положень дисертації.

Зміст автореферату ідентичний основним положенням дисертації ПРИСЯЖНЮКА Віталія В'ячеславовича «Підвищення ефективності гасіння пожеж з використанням переносного засобу димо- та тепловидалення», містить усю необхідну для оцінки дисертаційної роботи інформацію.

Загальний обсяг автореферату становить 25 сторінок, із них 20 сторінок основного тексту; містить 17 рисунків, 3 таблиці та список опублікованих праць за темою дисертації, що складається з 20 найменувань.

Автореферат оформлений згідно з вимогами Департаменту атестації кадрів вищої освіти Міністерства освіти і науки України.

6. Оцінка змісту дисертації, її завершеність в цілому, відповідність встановленим вимогам оформлення дисертації.

Дисертаційна робота ПРИСЯЖНЮКА Віталія В'ячеславовича складається з анотації, вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел (144 посилання) і 5 додатків. Загальний обсяг дисертації становить 198 сторінок, із них 122 сторінки основного тексту, 64 рисунки та 14 таблиць.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, її зв'язок із науковими програмами та планами, визначено мету, завдання, об'єкт і предмет досліджень, сформульовано наукову новизну та практичну значимість одержаних результатів, наведено відомості про апробацію та публікацію результатів досліджень.

У першому розділі проаналізовано сучасний стан, способи та прийоми застосування, а також нормативно-технічну документацію, патенти на винаходи та корисні моделі щодо використання засобів димо- та тепловидалення фахівцями провідних країн світу. Здійснено аналіз методів моделювання, що можуть використовуватись при побудові математичної моделі для обґрунтування конструктивних параметрів елементів переносного засобу димо- та тепловидалення, які забезпечать максимальну продуктивність такого засобу.

За результатами проведеного аналізу літературних джерел відзначено, що в розглянутих роботах недостатньо досліджені конструктивні параметри елементів переносних засобів димо- та тепловидалення, які впливають на продуктивність таких засобів. Встановлено необхідність проведення досліджень, спрямованих на розкриття залежності продуктивності переносних засобів димо- та тепловидалення від теплофізичних параметрів димогазових середовищ та відповідно особливостей конструкційних параметрів їх елементів, як наукове підґрунтя для підвищення ефективності гасіння пожеж з використанням таких засобів.

У другому розділі встановлено перелік конструктивних параметрів елементів переносних засобів димо- та тепловидалення, які впливають на продуктивність, а саме: кут нахилу лопатей вентилятора та площа поверхні лопатей робочого колеса вентилятора. Наведено результати математичного моделювання, що дають змогу дослідити залежність

продуктивності від конструкційних параметрів елементів переносного засобу димо- та тепловидалення, а саме: впливу кута нахилу лопатей вентилятора та площі поверхні лопатей робочого колеса вентилятора.

Під час побудови математичної моделі використано теорію решітки профілів із допущеннями та спрощеннями. У роботі застосовано вираз щодо функціональної залежності між статичним тиском решітки профілів від величини потоку повітря (повітряної суміші) та параметрів вентилятора. Досліджено технічні характеристики дослідного зразка переносного засобу димо- та тепловидалення, що за своїми технічними характеристиками відповідає димовсмоктувачу ДПС-7. Побудована математична модель дала змогу дослідити процес нагнітання повітря та нагнітання повітря з одночасним подаванням розпиленого струменя води. Визначено граничні значення фізичних величин обраних факторів. Відтворюваність результатів проведених дослідів з вимірювання продуктивності, підтверджено на основі критерію Кохрена.

В результаті розв'язання системи рівнянь отримано конструкційні параметри елементів переносного засобу димо- та тепловидалення, які забезпечують максимальну продуктивність, а саме: кут профілю лопаті вентилятора $\alpha = 0,71$ рад, що відповідає $\beta = 41^\circ$, площа поверхні лопатей робочого колеса $u = 0,143$ м². Ці значення дають змогу досягти отримати продуктивності 11242 м³/год. Розрахунки, проведені за розробленою математичною моделлю, реалізованою із застосуванням програмного комплексу MatLab.

У третьому розділі наведено результати експериментальних досліджень для перевірки отриманих значень удосконалених параметрів переносного засобу димо- та тепловидалення за максимальною продуктивністю, проведених за попередньо розробленою методикою. Експериментальні дослідження проводились у 2 етапи:

- на першому етапі проводились вимірювання продуктивності двох переносних засобів димо- та тепловидалення – існуючого та удосконаленого з кутами профілю лопаті вентилятора $\beta = 41^\circ$, площею поверхні лопатей робочого колеса $u = 0,143$ м²;
- на другому етапі оцінено ефективність роботи існуючого та удосконаленого переносних засобів димо- та тепловидалення щодо нормалізації газоповітряного середовища (зменшення задимленості).

У результаті експериментальних досліджень підтверджено ефективність удосконаленого переносного засобу димо- та тепловидалення при нагнітанні повітря у

порівнянні з існуючим, так за однакових умов проведення експериментальних досліджень нормалізації температурного середовища (зменшення температури) у приміщенні досягнуто за такий проміжок часу: 1560 с – із використанням існуючого переносного засобу димо- та тепловидалення при нагнітанні повітря; 1260 с – із використанням удосконаленого переносного засобу димо- та тепловидалення при нагнітанні повітря; 1020 с – із використанням удосконаленого засобу з одночасним нагнітанням повітря та подаванням розпиленого струменя води.

У **четвертому розділі** на основі отриманих результатів досліджень обґрунтовано конструкційні параметри елементів переносного засобу димо- та тепловидалення враховуючи різні газові середовища при пожежі, які забезпечують його максимальну продуктивність, а також запропоновано відстані до припливного отвору для виконання примусової конвекції із застосуванням тактичних прийомів переносних засобів димо- та тепловидалення під час гасіння пожеж у будинках і спорудах, які вперше відображені та впроваджені у практичну діяльність пожежно-рятувальних підрозділів ДСНС України в якості розроблених Рекомендацій щодо застосування переносних засобів димо- та тепловидалення, що сприятиме підвищенню ефективності ліквідації пожеж в умовах видалення газоподібних, аерозольових продуктів згоряння і теплоти пожежі із зони проведення пожежно-рятувальних робіт.

У **додатках** міститься допоміжний матеріал, необхідний для повного розуміння предмету дослідження, а також акти впровадження результатів дисертаційного дослідження у практичну діяльність і освітній процес.

Робота характеризується цілісністю та логічністю викладеного матеріалу. Оформлення дисертації відповідає діючим вимогам. Сформульовані завдання для досягнення поставленої мети – вирішені у повному обсязі. Одержані результати та висновки дисертаційної роботи вказують на завершеність наукової праці.

7. Аналіз наукових публікацій та повнота подання основних наукових положень, висновків, рекомендацій в роботах, що опубліковано.

Проведений аналіз наукових праць здобувача показав, що основні результати дисертаційної роботи одержано автором самостійно та у повному обсязі відображено в публікаціях.

Основні положення дисертаційної роботи викладені у 20 наукових працях, із

них: статей, що індексуються в міжнародних наукометричних базах (МНБ) – 2; статей у спеціалізованих наукових фахових виданнях України – 9; публікацій за матеріалами наукових конференцій – 6, патент на корисну модель – 1; інші публікації – 2.

Аналіз публікацій Присяжнюка В. В. свідчить про достатню повноту висвітлених у них змісту роботи та наукових результатів, отриманих у дисертації.

Вимоги до повноти викладення наукових і прикладних результатів кандидатської дисертації в опублікованих роботах виконано, що надає авторові право публічного її захисту.

8. Рекомендації щодо застосування результатів і висновків дисертації.

Значимість дисертаційної роботи зумовлена у встановленні умов та закономірностей підвищення продуктивності переносних засобів димо- та тепловидалення залежно від теплофізичних параметрів димогазових середовищ, що можуть бути рекомендовані для використання на практиці під час проектування засобів димо- та тепловидалення.

Результати проведених досліджень також впроваджені у діяльність Департаменту реагування на надзвичайні ситуації ДСНС України (рекомендацій щодо застосування переносних засобів димо- та тепловидалення) та в освітній процес Черкаського інституту пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України за освітньо-професійною програмою «Пожежна безпека» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 26 «Цивільна безпека» спеціальностей 261 «Пожежна безпека» та 263 «Цивільна безпека».

9. Зауваження щодо змісту і оформлення дисертації та автореферату.

Відзначаючи позитивні сторони дисертаційної роботи Присяжнюка В. В., слід зазначити, що вона не позбавлена певних недоліків, перелічених нижче.

1. У дисертації та авторефераті при обґрунтуванні конструкційних параметрів елементів переносного засобу димо- та тепловидалення, а саме кута нахилу профіля лопаті використовуються різні одиниці вимірювання β радіани $\beta = 41^\circ$, градуси?

2. По тексту дисертації засоби димо- та тепловидалення вживаються під різними виразами, такими як димовсмоктувач, вентелятор тощо. Також зустрічаються русизми наприклад: рукоятка, димосос.

3. У першому розділі дисертації при висвітленні трьох способів димовидалення на пожежі, зазначається спосіб – механічна вентиляція. Механічна вентиляція повинна бути об'єднана з горизонтальною або вертикальною вентиляцією і виконує допоміжну роль та належить до видів вентиляції: природна, механічна (примусова) та гідравлічна.

4. У другому розділі дисертації зроблено некоректний висновок: обґрунтовано сценарії проведення подальших експериментальних досліджень засобів димо- та тепловидалення, за яких найбільш результативно можливо дослідити залежність ефективності видалення температури та диму із приміщень і будівель від кута нахилу профілю лопаті вентилятора та загальної активної площі робочого колеса вентилятора засобів димо- та тепловидалення. Температура – знижується.

5. У третьому розділі дисертації:

- при проведенні експериментальних досліджень недостатньо інформації з обґрунтування створення максимального задимленого середовище із застосуванням димової шашки чорного диму – чому не модельне (макетне) вогнище яке б відповідало пожежному навантаженню у будівлі;

- на рисунку 3.5 дисертації (він же рисунок 10 автореферату) зображено 3D схему досліджень з визначення коефіцієнту ефективного зменшення задимленості. Розміщення вентелятора – 5 в боксі, що не відповідає наведеній методиці досліджень;

- в описаній методиці експериментальних досліджень вказано, що через 1,5 хвилини вільного горіння відчиняють двері до випробувального боксу та вмикають переносний засіб димо- та тепловидалення, за допомогою якого через відчинений дверний отвір здійснюють нагнітання свіжого повітря до випробувального боксу – категорично невірно, перед вмиканням переносного засобу димо- та тепловидалення спочатку необхідно відкрити вихідний отвір;

6. У четвертому розділі дисертації:

- в розроблених рекомендаціях щодо застосування засобів димо- та тепловидалення вживається термін “примусова конвекція” – логічно назвати тактична або, пожежна вентиляція так як (конвекція – явище перенесення тепла в рідинах, газах або сипких середовищах потоками самої речовини (неважливо, вимушено або мимоволі). Вентиляція (від лат. ventilatio – провітрювання) – створення обміну повітря в приміщенні для видалення надлишків теплоти, вологи, шкідливих та інших речовин...);

- загальний алгоритм дій особового складу пожежно-рятувальних підрозділів під час використання переносних засобів димо- та тепловидалення – це стосується нагнітання повітря, але не підходить при видаленні або комбінованому способі;

- в рекомендаціях неповністю розкрито питання безпеки праці особового складу під час застосування тактичної вентиляції та її негативних наслідків;

Незважаючи на вказані зауваження та недоліки, загальна оцінка дисертаційної роботи є позитивною.

10. Загальні висновки і оцінка дисертації.

Дисертаційна робота ПРИСЯЖНЮКА Віталія В'ячеславовича «Підвищення ефективності гасіння пожеж з використанням переносного засобу димо- та тепловидалення» відповідає паспорту спеціальності 21.06.02 - пожежна безпека. Зміст автореферату відповідає змісту дисертаційної роботи. Публікації повною мірою відображають результати досліджень. Основні положення дисертаційної роботи достатньо апробовані. Дисертаційна робота оформлена із дотриманням необхідних вимог, прийнятих правил і норм.

Дисертаційна робота ПРИСЯЖНЮКА Віталія В'ячеславовича є завершеним науково-прикладним завданням, що вирішує актуальне завдання, пов'язане з розкриттям залежностей продуктивності переносних засобів димо- та тепловидалення від теплофізичних параметрів димогазових середовищ та відповідно особливостей конструкційних параметрів їх елементів із використанням розробленої регресивної математичної моделі, що є науковим підґрунтям для підвищення ефективності димо- та тепловидалення на пожежах за допомогою таких засобів. Результати досліджень

можуть бути основою для подальших розвідок зазначеної предметної галузі.

За рівнем наукової новизни, якістю проведених досліджень, достовірністю й обґрунтованістю сформульованих висновків, теоретичною та практичною цінністю дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 567 (зі змінами), та «Вимогам до оформлення дисертації», затверджених наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 № 40, а її автор, ПРИСЯЖНЮК Віталій В'ячеславович, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.02 - пожежна безпека.

Офіційний опонент

Начальник кафедри пожежної тактики
та аварійно-рятувальних робіт
навчально-наукового інституту
пожежної та техногенної безпеки
Львівського державного університету
безпеки життєдіяльності,
кандидат технічних наук, доцент



Василь ЛУЩАК

